

Doc. Dr. Ing. Jiří Gurecký
VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

OPONENTSKÝ POSUDEK

na disertační práci Ing. Františka Žáka na téma

„Analýza způsobů uzemnění uzlů sítí VN a jejich vliv na provoz a chránění sítí VN“

Předkládaná práce se zabývá analýzou způsobů uzemnění uzlů sítí VN a jejich vlivu na provoz a chránění. Práce je rozdělena do 10 kapitol (celkově 14 s přílohami) a obsahuje 182 (celkem 214) stran textu.

Cílem disertační práce je analýza způsobů uzemnění uzlu sítí VN a jejich vliv na provoz a chránění sítí VN. Významnou součástí práce je nalezení nového způsobu zjišťování hodnoty zemního kapacitního proudu v síti VN. Vzhledem k rozsahu dané problematiky je práce zaměřena na VN síť s izolovaným uzlem, síť s odporově uzemněným uzlem a síť s kompenzací zemních kapacitních proudů.

Hlavní část práce je zaměřena na výzkum jevů při nestandardních stavech a zemních spojeních v reálné VN síti. Rozbor těchto jevů poskytuje možnost stanovení nové metody pro určování hodnoty nabíjecího zemního kapacitního proudu sítě a jednotlivých vývodů. Podstatnou součástí práce je ověření navržených metod i jejich použitelnost v praxi.

Závěrečná část disertační práce se zabývá ztrátami na vedení způsobené nabíjecím kapacitním proudem vývodu. Jedná se o zajímavou problematiku, která z tohoto pohledu nebyla dosud řešena. Důležitým závěrem autora je, že ztráty na vedení jsou ovlivněny místem instalace dekompenzačních tlumivek a volbou jejich výkonu. Tato problematika může s rostoucím podílem dlouhých kabelových vedení nabývat na větším významu.

Splnění cíle disertační práce

Za důležitou z hlediska splnění cílů disertační práce považuji kapitoly 6, 7 a 8 ve kterých jsou uvedeny nové metody určení zemního kapacitního proudu sítě i zhodnocení těchto metod. Tyto kapitoly doktorské disertační práce jsou podstatnou původní přínosnou částí.

Lze konstatovat, že v kap. 1.2 uvedený cíl práce byl splněn jak v teoretické části, tak i v praktických aplikacích.

Postup řešení problému

Postup řešení problému je logicky navazující, Ing. Žák vychází ze současného stavu problematiky, rozebírá možné způsoby řešení, věnuje se otázce zemních kapacitních proudů na teoretické úrovni a následně poznatky aplikuje v navržených praktických řešeních.

Postup řešení problému odpovídá úrovni disertační práce.

Formální úprava a jazyková úroveň, vyjádření k publikacím

Předložená disertační práce je vypracována přehledně a srozumitelně a na velmi dobré odborné úrovni. Grafická stránka práce je velmi dobrá. Formální úprava práce představuje

vhodnou kombinaci části textové, doplněnou vzorci, tabulkami a grafy a odpovídajících obrázků, adekvátně navazujících na část textovou. Jazyková úroveň je dle mého soudu na dostatečné úrovni.

Publikační činnost Ing. Žáka byla zaměřena na řešené téma. Celkem 13 uvedených publikací bylo realizováno na konferencích, 5 příspěvků v časopisech. Jako nejvýznamnější však jsou celkem 4 udělené patenty.

Jádro práce bylo tak publikováno na dostatečné úrovni.

Význam pro společenskou praxi a pro rozvoj vědy

Předložená doktorská disertační práce je přínosem pro společenskou praxi, kdy řeší problematiku provozu i chránění sítí vn s různě uzemněným uzlem. Propojuje mezi sebou teoretické poznatky, výsledky výzkumu a jejich konkrétní aplikaci a zároveň poukazuje na možnost použití v praktické oblasti.

Výsledky práce lze aplikovat na reálný provoz sítí VN. Nové metody zaměřené na zjišťování a zpřesnění hodnoty zemního kapacitního proudu sítě i vývodů umožní zvýšení přesnosti nastavení zemních ochranných. Důsledkem bude vyšší spolehlivost ochranných při detekci průtoku poruchového proudu zemního spojení v síti VN.

Disertační práce obohacuje vědní obor elektroenergetiky o novou experimentální metodiku určení zemních kapacitních proudů a po praktické stránce přispívá k bezpečnému provozu sítí vn. Nezanedbatelným přínosem je i ekonomický pohled na předmětnou problematiku.

Připomínky a dotazy k práci.

Práce je po teoretické stránce na velmi dobré úrovni, proto připomínky a dotazy, které mám, jsou víceméně formálního či doplňujícího charakteru :

- Doporučuji používat termín „netočivá“ namísto „nulová“.
- Jak významné zastoupení mají dlouhé kabelové linky v sítích VN, aby se bylo nutno ztrátami nabíjecím proudem zabývat?
- Jaké budou obecné závěry z testování metod určování zemního kapacitního proudu vývodu?

Tyto mé dotazy a připomínky však nijak nesnižují vysokou úroveň této práce a jsou míněny spíše jako náměty k diskusi.

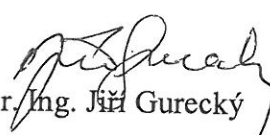
Závěr

Autor se zabývá aktuální problematikou provozu i chránění sítí vn s různě uzemněným uzlem. Práce je na velmi dobré teoretické i formální úrovni. Teoretická i praktická část svým rozsahem a hloubkou odpovídá disertační práci. Z práce je patrné, že se autor dokonale orientuje v dané problematice.

Disertační práce splňuje podmínky samostatné tvůrčí vědecké práce. V uvedené literatuře je 22 prací autora, jejichž téma souvisí s tématem disertační práce. Mohu tedy konstatovat, že jsou splněny podmínky § 47 odst. 4 Zákona o vysokých školách č. 111/98 Sb. a **doporučuji práci k obhajobě.**

Po úspěšné obhajobě předložené disertační práce budu souhlasit s udělením titulu doktor - Ph. D.

Ostrava, 14.8. 2014


Doc. Dr. Ing. Jiří Gurecký

Posudek na disertační práci

Ing. František Žák

ANALÝZA ZPŮSOBŮ UZEMNĚNÍ UZLU SÍTÍ VN A JEJICH VLIV NA PROVOZ A CHRÁNĚNÍ SÍTÍ VN

Téma disertační práce je aktuální a je přínosem pro obor. Předložená disertační práce je velmi rozsáhlá, obsahuje teoretickou i praktickou část. Obě části disertační práce jsou nadprůměrné rozsahem i hloubkou zpracované problematiky. Ze způsobu zpracování je patné, že autor má hluboké znalosti v oblasti provozu a chránění sítí VN a při zpracování disertační práce vycházel i z rešerší zahraničních publikací.

Teoretická část disertační práce (hlavně kapitoly 2 – 4) svým komplexním pojetím mají i nespornou pedagogickou hodnotu. Kapitoly 6 – 9 jsou (dle mého názoru) z větší části původní. Závěry, které jsou formulovány v kapitole 10, jsou plně v souladu s podmínkami disertace v technickém oboru.

I v takto nadprůměrné disertační práci lze ovšem najít drobné nedostatky, které ale nesnižují celkovou vědeckou hodnotu disertační práce :

- Grafy, které jsou uváděny v teoretických kapitolách (2 – 4) jsou uváděny bez původu, není jasné, kdy a jak byly změřeny. Slouží spíše jako „ilustrační obrázky“, ale ani toto zde není uvedeno.
- Přes rozsáhlost práce jsou modelu sítě (kapitola 5) věnovány pouze 2 stránky včetně popisu použité metody řešení.
- Disertační práce se převážně zabývá izolovanými sítěmi VN.
- Hodnoty napětí (např. Tab. 1) jsou uváděny až na 5 platných cifer – odpovídá to přesnosti měření ?
- Způsob zahrnutí investičních nákladů dekompenzačních tlumivek do ekonomických rozvah o návratnosti investic je velice diskutabilní.

K disertační práci mám následující dotazy :

- Co znamená „C“ ve vzorci pro ε_0 (3.1. str. 25) ?
- Z jakých předpokladů vychází vztah 2.3 (str. 29) ?
- Jak by se modelu projevila příčná větev transformátoru (str. 73) ?
- V jaké konkrétní síti proběhlo měření popsané na str. 96 ?

- Kde se v ČR používají izolované sítě VN ?
- Jak byla realizována přídavná kapacita 2,667 μ F (str. 101) ?
- Je délka (100 km) vývodu VN pro analýzu nasazení dekompenzačních tlumivek reálná ?

Z publikací autora a z výčtu pedagogického působení je patrné, že se jedná o osobnost s vysokou vědeckou i pedagogickou erudicí. Uvedené výsledky lze rovněž označit za nadprůměrné pro získání vědecké hodnosti Ph.D.

Předložená disertační práce splňuje podmínky samostatné tvůrčí práce s původními a autorem publikovanými výsledky (v souladu s § 47 odst. 4 zákona č. 111/98 Sb.).

Disertační práci doporučuji k obhajobě. Po úspěšné obhajobě doporučuji udělit autorovi vědecko-akademickou hodnost Ph.D. v oboru Elektroenergetika,

Ostrava 29. 8. 2014


Prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.

Západočeská univerzita v Plzni

Doručeno: 03.09.2014

ZCU 027097/2014

listy: 3

přílohy:

druh:



zcupesd61fba

Oponentský posudek doktorské disertační práce

Autor: Ing. František Žák
Školící pracoviště: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická
Téma: Analýza způsobů uzemnění uzlu sítí VN a jejich vliv na provoz a chránění sítí VN
Oponent: RNDr. Bohumil Sadecký, CSc.
ČEPS, a.s.

Zhodnocení významu práce pro obor:

Práce přináší nové poznatky týkající se provozu sítí VN získané dlouholetým výzkumem nestandardních jevů v síti. Tyto poznatky autor využil pro vývoj nových metod určování zemních kapacitních proudů a pro analýzu použitelnosti těchto metod.

Přínosem práce pro vědní obor „Elektroenergetika“ je detailní analýza způsobů uzemnění uzlu sítí VN a jejich vlivu na provoz a chránění těchto sítí, včetně podrobného rozboru faktorů ovlivňujících přesnost určování zemních kapacitních proudů.

Velký význam pro praktické obory elektroenergetiky mají dostatečně přesné a prakticky použitelné metody určování zemních kapacitních proudů. Získané výsledky mohou přispět ke zvýšení bezpečnosti a zlepšení ekonomie provozu sítí VN, zvláště v sítích s kompenzací zemních kapacitních proudů zhasací tlumivkou a poměrně složitým systémem chránění. Nové metody určování zemních kapacitních proudů vývodů lze využít pro přesnější nastavení zemních směrových ochran a zajistit tím vyšší spolehlivost ochran při detekci zemního spojení.

Metoda určení vývodů s nadměrně vysokou hodnotou zemního kapacitního proudu a návrhy na eliminaci jejich negativního vlivu mají rovněž velký význam pro bezpečnost a ekonomiku provozu distribuční sítě (snížení ztrát a tepelného namáhání).

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle:

Zvolený metodický postup odpovídá požadavkům na vědeckou práci. Autor postupuje od provozního měření a pozorování k analýze jevů, syntéze výsledků, ověření na modelu i v provozu, porovnání metod a závěrům k praktické použitelnosti. Tuto fázi vědecké práce zakončil určením směrů dalšího výzkumu a dalších možných aplikací.

Hlavními cíli práce bylo provedení detailní analýzy způsobů uzemnění uzlu sítí a jejich vlivu na provoz a chránění sítí VN, a následně využití teoretických i praktických výsledků výzkumu pro nalezení dostatečně přesných a prakticky použitelných způsobů určení hodnoty nabíjecího zemního kapacitního proudu sítě i jednotlivých vývodů. Práce měla respektovat sítě s různými způsoby uzemnění uzlu, jmenovitě sítě s izolovaným uzlem, sítě s nepřímým uzemněním uzlu přes rezistanci, sítě s neúčinným uzemněním přes zhasací tlumivku. Stanovených cílů bylo v předložené práci dosaženo.

Kapitoly 2 a 3 představují teoretické jádro práce, zabývají se detailní analýzou způsobů uzemnění uzlu sítí a vlivu způsobu uzemnění na provoz a chránění sítí VN. Cenný je rovněž podrobný rozbor vlivu chyb měřících transformátorů na přesnost měření nulové složky napětí a proudu.

V kapitole 4 autor provedl rozbor stávajících metod měření zemních kapacitních proudů v různých typech sítí a jejich porovnání z hlediska provozu v normálních a poruchových stavech. Vytvořil a pro testování metod použil matematický model sítě VN, umožňující modelovat provozní a poruchové stavy při různých typech uzemnění. Model je popsán v kapitole 5 a v příloze 1.

Navrhl a v praxi ověřil novou metodu určování hodnoty zemního kapacitního proudu v sítích s izolovaným uzlem pomocí připojené testovací kapacity, provedl rovněž odhad přesnosti stanovení výsledku a porovnání výsledků výpočtu s měřením – rozsáhlá kapitola 6. Pro praxi metodu doplnil o uživatelský SW pro výpočty zemního proudu popsáný v příloze 3. Tato metoda je **vlastním přínosem** autora. Použitím této tzv. nepřímé metody je možno vyhnout se nepřiliš bezpečně přímé metodě vytváření umělých zemních spojení. Proces je možno rovněž zautomatizovat a provádět opakovaně podle potřeby při změně kapacity sítě.

Při určování hodnoty zemního kapacitního proudu vývodu je třeba eliminovat chyby vzniklé vlivem odporu zemní poruchy a rozdílných hodnot provozního napětí. Pro tento účel vyvinul autor metodu uvedenou v kapitole 7, která rovněž představuje jeho **vlastní přínos**.

V rozsáhlé kapitole 8 autor uvádí několik nových metod určování zemního kapacitního proudu vývodu ze změn fázových proudů při zemním spojení (změnová metoda, rozdílová metoda, metoda rychlého odhadu) a provádí porovnání těchto metod z hlediska použitelnosti v praxi, pro sítě s neúčinným uzemněním nebo izolovaným uzlem. Autor ověřil jejich použitelnost na testovacích datech

a jako nejvhodnější doporučil rozdílovou metodu. V příloze 5 je popsán SW na výpočet zemního kapacitního proudu vývodu rozdílovou metodou. Tato kapitola přináší množství nových poznatků a je rovněž **vlastním přínosem** autora.

Vliv nabíjecích zemních kapacitních proudů na ekonomiku provozu (zvýšení činných ztrát vedení) je analyzován v kapitole 9. Je zde navržena metoda snížení ztrát optimalizovanou instalací dekompenzačních tlumiviek.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce:

Původním přínosem práce pro praktické obory elektroenergetiky jsou dostatečně přesné a prakticky použitelné metody určování zemních kapacitních proudů pro různé typy sítí. Konkrétně je to nepřímá metoda popsaná v kapitole 6 a metody určování zemního kapacitního proudu vývodu vycházející ze změn fázových úhlů popsané v kapitole 8.

Kapacita sítě se za provozu mění, a proto je důležité mít k dispozici dobrou metodu na určování zemních kapacitních proudů za provozu. Poměr zemního kapacitního proudu vývodu k zemnímu kapacitnímu proudu celé sítě má velký význam pro přesnou identifikaci místa vývodu se zemní poruchou a přesné nastavení zemních ochran. Identifikace vývodů s extrémně vysokou hodnotou zemního kapacitního proudu přispěje rovněž k eliminaci ztrát. V těchto oblastech přináší práce řadu nových poznatků.

Výsledky práce je možné podle doporučení autora aplikovat při automatizaci provozu sítí VN, včetně automatické adaptace nastavení zemních směrových ochran ke změnám zapojení a rozsahu sítě.

Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce:

Práce má 183 stran základního textu včetně obrázků a grafů. Je rozdělena na 11 kapitol a systematicky postupuje od analýzy problému až k aplikacím vyvinutých metod v praxi. V přílohách jsou popisy vlastního softwaru autora. Práce je sestavena přehledně s velmi dobrou formální úpravou a jazykovou úrovní, text je bohatě graficky dokumentován.

Vyjádření k publikacím předkladatele disertační práce:

V přehledu publikací autor uvádí 2 zahraniční recenzované publikace, 3 tuzemské recenzované publikace, 13 příspěvků na konferencích tuzemských i zahraničních. Dále jsou zde uvedeny 4 patenty a rozsáhlá pedagogická činnost. Úroveň publikační činnosti a dalších souvisejících aktivit v rámci doktorského studia prokazují kvalitu vědecké práce autora i praktických aplikací poznatků získaných výzkumem.

Dotazy na autora práce:

1. Jaká je účinnost zhašecí tlumivky při vícenásobném zemním spojení a jak se takové situace v provozu sítí VN řeší?
2. Jaký je vliv rozptýlené výroby v sítích VN na zkratové proudy a chránění?

Závěrečné hodnocení:

Podle mého soudu práce splnila stanovené cíle, obsahuje řadu nových poznatků a je nesporným přínosem pro vědní obor elektroenergetiky i pro praxi. Doktorand prokázal osvojení vědeckých metod práce, schopnost samostatné tvůrčí vědecké práce v dané oblasti a schopnost aplikovat výsledky v praxi. Disertační práce splňuje obecně uznávané požadavky na úroveň doktorských disertačních prací. Z výše uvedených důvodů doktorskou disertační práci

doporučuji k obhajobě.



RNDr. Bohumil Sadecký, CSČ.
ČEPS, a.s.
Elektrárenská 774/2
101 52 Praha 10

V Praze, 29. 7. 2014

Západočeská univerzita v Plzni

Doručeno: 30.07.2014

ZCU 024329/2014

listy: 1 přílohy:

druh:



zcupesd61196